

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-186787

(43)Date of publication of application : 14.07.1998

(51)Int.Cl.

G03G 15/01
G03G 15/01
G03G 15/00
G03G 15/16
G03G 21/14

(21)Application number : 09-196612

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 23.07.1997

(72)Inventor : TAGAWA KOZO
MATSUZAKI YOSHIKI
KATO TAKESHI
UKO TSUTOMU
MURAKAMI JUNICHI
KOBAYASHI SUSUMU

(30)Priority

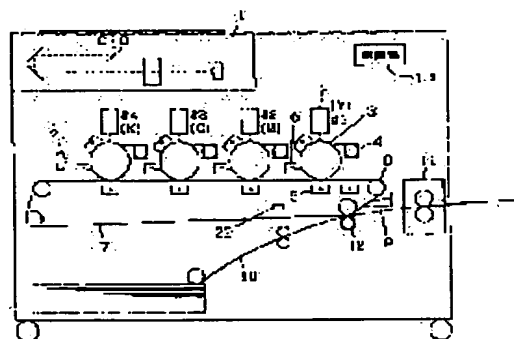
Priority number : 08285103 Priority date : 28.10.1996 Priority country : JP

(54) IMAGE FORMING DEVICE AND ITS CONTROL METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an image forming device in which an image of satisfactory quality from which color convergence or density unevenness is removed can be provided by correcting the fluctuation of carrying speed or position of a belt.

SOLUTION: A resist pattern is formed on an intermediate transfer belt 7 by one photoreceptor 3. The interval of the respective patterns transferred onto the intermediate transfer belt 7 is fluctuated by a speed fluctuation caused in transfer. The passing timing of the resist pattern is read by a reading part 21 set on the downstream side of the photoreceptor 3 to detect the speed (position) fluctuation. This detection data is obtained over several periods of the intermediate transfer belt 7, and the low frequency component resulted from the thickness unevenness of the intermediate transfer belt 7 is extracted. Since the extracted data is influenced by the fluctuations in both the formation of the resist pattern and the reading, this is corrected to calculate the true speed (position) fluctuation data, and a drive roll 8, for example, is controlled on the basis of this data to form an image.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

14.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-186787

(43) 公開日 平成10年(1998) 7月14日

| | | | |
|-------------------------------|-------|---------------|---------|
| (51) Int.Cl. ⁸ | 識別記号 | F I | |
| G 0 3 G 15/01 | 1 1 4 | G 0 3 G 15/01 | 1 1 4 A |
| | | | Y |
| 15/00 | 5 1 8 | 15/00 | 5 1 8 |
| 15/16 | | 15/16 | |
| 21/14 | | 21/00 | 3 7 2 |
| 審査請求 未請求 請求項の数15 O L (全 18 頁) | | | |

(21) 出願番号 特願平9-196612

(22) 出願日 平成9年(1997) 7月23日

(31) 優先権主張番号 特願平8-285103

(32) 優先日 平8(1996)10月28日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005496

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目17番22号

(72) 発明者 田川 浩三

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(72) 発明者 松崎 好樹

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(72) 発明者 加藤 健

神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ

ックス株式会社海老名事業所内

(74) 代理人 弁理士 船橋 國則

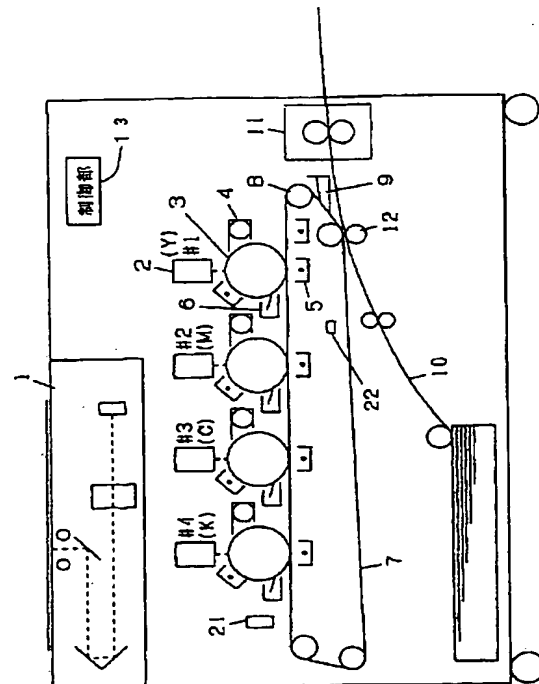
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像形成装置およびその制御方法

(57) 【要約】

【課題】 ベルトの搬送速度あるいは位置の変動を補正し、色ズレや濃度ムラなどを除去した良好な画質の画像を得ることのできる画像形成装置を提供する。

【解決手段】 1つの感光体3により中間転写体ベルト7上にレジパターン23を形成する。中間転写体ベルト7上に転写された各々のパターンは、転写時に発生した速度変動により、その間隔が変動する。このレジパターン23の通過タイミングを感光体3の下流側に設置された読取部21で読み取り、速度(位置)変動を検知する。この検知データを、中間転写体ベルト7の数周期に渡り取得し、中間転写体ベルト7の厚みムラに起因する低周波成分を抽出する。抽出したデータはレジパターン23の形成時と読取時の両方の変動の影響を受けているので、これを補正して真の速度(位置)変動データを算出し、このデータに基づき、例えば駆動ロール8を制御し、画像を形成する。



1

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記駆動手段により駆動されている前記ベルトに対向して配置され所定のタイミングにより像を形成する像形成手段と、前記像形成手段とは異なった位置に設けられ前記像形成手段により形成された像を読み取る像読取手段と、少なくとも前記像読取手段により読み取られた像に基づいて前記駆動手段により駆動される前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識する変動量認識手段を有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 2】 前記ベルトに対向して複数の像形成手段が設けられており、前記変動量認識手段は、前記複数の像形成手段の少なくとも 1 つを用いて形成された像および該像を形成した前記像形成手段と前記像読取手段との前記ベルトに沿った離間距離に基づいて変動量を認識することを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 3】 前記変動量認識手段で用いる像を形成する像形成手段は、前記像読取手段との離間距離が最も長い像形成手段であることを特徴とする請求項 2 に記載の画像形成装置。

【請求項 4】 前記像読取手段は、前記ベルトに沿って前記像形成手段と前記ベルトの長さの $1/2$ だけ離れた位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の画像形成装置。

【請求項 5】 ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記ベルトの駆動時における周期的変動を測定する周期的変動測定手段と、該周期的変動測定手段により測定された前記ベルトの周期的変動量に基づいて前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識する変動量認識手段を有することを特徴とする画像形成装置。

【請求項 6】 前記周期的変動測定手段は、前記ベルトの周期に応じて前記ベルトの位置情報を取得することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 7】 前記変動量認識手段は、前記周期的変動測定手段によって取得された前記ベルトの複数周期の前記ベルトの位置情報から低周波成分を抽出し、前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量とすることを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 8】 前記変動量認識手段は、得られた前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量に対して、所定の基準位置と前記周期的変動測定手段の測定位置との位置の相違による位相差に基づいて該位相差の補正を行ない、前記基準位置における前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量として認識することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

2

【請求項 9】 前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて前記駆動手段の駆動速度を制御する駆動制御手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 10】 前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて前記ベルトの移動量を制御するベルト移動量制御手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 11】 前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて画像形成位置を制御する画像形成制御手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の画像形成装置。

【請求項 12】 ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記駆動手段により駆動されている前記ベルトに対向して配置され像を形成する像形成手段と、前記像形成手段とは異なった位置に設けられ前記像形成手段により形成された像を読み取る像読取手段と、制御手段を有する画像形成装置の制御方法において、前記ベルトを前記駆動手段によって駆動するとともに前記像形成手段によって前記ベルト上に所定のタイミングでパターンを形成し、該パターンを前記像読取手段で読み取って時間間隔を測定し、測定された時間間隔に基づいて前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識し、認識した前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて、画像形成時の画像形成制御を行なうことを特徴とする画像形成装置の制御方法。

【請求項 13】 画像形成時の画像形成制御としては、認識された前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて前記駆動手段の駆動を制御することを特徴とする請求項 12 に記載の画像形成装置の制御方法。

【請求項 14】 画像形成時の画像形成制御としては、認識された前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて前記像形成手段の像形成を制御することを特徴とする請求項 12 に記載の画像形成装置の制御方法。

【請求項 15】 前記ベルトの前記位置変動量または速度変動量を認識する際には、前記ベルトの複数周期分の前記像読取手段で測定した時間間隔のデータから低周波成分を抽出し、振幅および位相を補正して基準位置における前記ベルトの前記位置変動量または速度変動量を認識することを特徴とする請求項 12 に記載の画像形成装置の制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、多色画像を形成する画像形成装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】図 16 は、従来の画像形成装置の一例を示す概略構成図である。図中、1 は画像読取装置、2 は画像書込装置、3 は感光体、4 は現像器、5 は転写器、6 はクリーナー、7 は中間転写ベルト、8 は駆動ロー

3

ル、9はクリーナー、10は用紙、11は定着器、12は転写ロール、13は制御部である。この例では、画像書込装置2、感光体3、現像器4、転写器5、クリーナー6からなる画像形成部を4組設け、それぞれ異なる色の画像を中間転写体ベルト7上に形成する。例えば、Y（黄）M（マゼンタ）C（シアン）K（黒）の各色の画像を形成する。制御部13は各部を制御し、以下のようにして画像を形成する。

【0003】画像読取装置1によって読み取り、あるいは外部から供給されたカラー画像は、それぞれの色ごとに画像形成部に供給される。各画像形成部では、画像書込装置2が感光体3上に潜像を形成し、現像器4で感光体3にそれぞれの色のトナーを付着させて現像し、転写器5で像を中間転写体ベルト7に転写する。不要なトナーはクリーナー9で回収する。

【0004】このようにして中間転写体ベルト7上には各画像形成部で形成された各色の画像が重ね合わさって形成されている。中間転写体ベルト7に転写されたカラー画像は、転写ロール12によって用紙10に転写され、定着器11で用紙に定着される。このようにして、用紙10上にカラー画像が形成される。中間転写体ベルト7上の不要なトナーはクリーナー9で回収される。

【0005】中間転写体ベルト7は駆動ロール8によって回転駆動されている。そのため、中間転写体ベルト7に速度変動が生じると、各色の画像の形成位置に変動が生じ、色ズレや濃度ムラ等の原因となる。中間転写体ベルト7の搬送速度は、駆動ロール8の角速度 ω と駆動ロール8の回転中心から中間転写体ベルト7までの距離 L との積 ωL で表わされる。色ズレや濃度ムラの原因としては、駆動ロール8の偏心による角速度 ω の変動と、駆動ロール8の回転中心から中間転写体ベルト7までの距離 L の変動が考えられる。

【0006】図17は、中間転写体ベルト7の速度変動の説明図である。ここで、駆動ロール8の半径を r 、中間転写体ベルト7の厚さを $D0$ 、中間転写体ベルト7の搬送速度を Vb とする。駆動ロール8の回転中心から中間転写体ベルト7までの距離 L は、駆動ロール8の半径 r と中間転写体ベルト7の厚さ $D0$ の半分との和 $r + D0/2$ である。上述のように、中間転写体ベルト7の搬送速度 Vb は、

$$Vb = L \cdot \omega = (r + D0/2) \cdot \omega$$

である。駆動ロール8が δr だけ偏心している場合、

$$Vb = L \cdot \omega = (r + \delta r + D0/2) \cdot \omega$$

であるから、搬送速度差 ΔVb は、

$$\Delta Vb = \delta r \cdot \omega$$

である。

【0007】従来、駆動ロール8の偏心が色ズレや濃度ムラの原因であると考えられていた。例えば、特開平4-172376号公報に記載されているように、画像形成部の間隔を駆動ロール8の n 回転分の中間転写体ベ

4

ルト7の移動距離に設定し、各色の画像をすべて駆動ロール8の偏心による速度変動に同期して形成し、色ズレや濃度ムラなどを防止することが考えられている。しかし、実際には駆動ロール8の偏心に同期させて画像を形成しても、色ズレや濃度ムラは発生する。このような色ズレや濃度ムラは、例えば中間転写体ベルト7の一周周期に渡り正弦的に変動が生じる。このような変動は中間転写体ベルト7の厚みムラに起因し、厚みムラは、例えば中間転写体ベルト7をシームレスベルトで構成する場合、その製法上発生するものである。

【0008】中間転写体ベルト7の厚みの変化量を δD とすると、上述の式より

$$Vb = L \cdot \omega = (r + (D0 + \delta D)/2) \cdot \omega$$

$$\Delta Vb = (\delta D/2) \cdot \omega$$

となり、搬送速度差 ΔVb が発生することになる。このように、中間転写体ベルト7の厚みにムラがある場合にも同様に速度変動が発生する。この場合の速度変動は、駆動ロール8の偏心による速度変動よりも長周期の変動となる。

【0009】図18は、従来の画像形成装置の一例における中間転写体ベルト7の速度変動による色ズレの説明図である。図18に示すグラフは、中間転写体ベルト7の1周期分の時間内における正規位置からの位置ズレ量を示しており、例えば上昇部分で搬送速度が速くなり、下降部分で搬送速度が遅くなることを示している。図18(A)に示すように、中間転写体ベルト7の搬送に従って、各色の画像が順次形成される。K（黒）の画像がまず形成され、K（黒）の画像が形成された部分が次のY（黄）の画像形成部に搬送されてY（黄）の画像が重ね合わされる。同様にM（マゼンタ）、C（シアン）についても、図18(A)に矢印で示した時間に順次形成され、重ね合わされる。

【0010】図18(B)では、各色の画像の形成範囲内における位置ズレ量を示している。ここでは、K（黒）の位置ズレ量を実線で、Y（黄）を点線で、M（マゼンタ）を破線で、C（シアン）を一点鎖線でそれぞれ示している。例えば、M（マゼンタ）の画像を形成する際の画像の位置ズレは、0より上をプラス、下をマイナスとすれば、ほぼ全域にわたってマイナス側にずれている。しかし、C（シアン）の画像を形成する際には、中間転写体ベルト7の搬送速度が速くなり、画像の先頭部分ではマイナス側に、画像の最後の部分ではプラス側にずれることになる。このように各色ごとに図18(B)に示すように位置ズレ量が異なるため、色ズレが発生する。

【0011】図19は、従来の電子写真印刷装置の別の例を示す概略構成図である。図中の符号は図16と同様である。この例では、画像形成部を1組のみ設け、現像器4によって感光体3に付着させるトナーの色を切り換えながら各色の画像を形成する。例えば、まずK（黒）

5

の画像を感光体3上に形成し、中間転写体ベルト7に転写して用紙10上にK（黒）の画像を形成する。その後、現像器4のトナーを切り換えてY（黄）の画像を形成し、以後同様にM（マゼンタ）、C（シアン）の画像を形成する。

【0012】図20は、従来の電子写真印刷装置の別の例における中間転写体ベルト7の速度変動による色ズレの説明図である。この構成では、1色ごとに中間転写体ベルト7に画像を形成するが、このとき中間転写体ベルト7は1色ごとに1回転するように通常は設計されている。そのため、図20（A）に示すように中間転写体ベルト7に速度変動が生じても、図20（B）に示すように各色の位置ズレ量は同期し、実際に形成された画像上には部分的に縮みや伸びがあるものの、色ズレや濃度ムラなどは発生しない。なお、この例では、中間転写体ベルト7の長さは画像の長さに対応するため、図20

（A）に示したグラフの時間軸は、図18（A）に示した時間軸のスケールとは異なる。

【0013】このような構成では、中間転写体ベルト7の長さは画像の最大長さあるいはその $1/n$ に制限するか、あるいは常に所定の位置から画像形成が行なわれるように制御する必要がある。中間転写体ベルト7の長さを任意に設定し、任意の位置から画像形成を行なう場合には、図16に示した構成と同様に、色ズレが発生することになる。

【0014】上述の各例では、中間転写体ベルト7に一旦画像を形成し、その画像を用紙に転写する構成の場合について説明したが、ベルトによって用紙を搬送し、感光体から直接用紙に画像を転写する構成であっても、同様にベルトの搬送速度のムラによって色ズレや濃度ムラが発生する。

【0015】このような中間転写体ベルト7や搬送ベルトの速度変動や位置変動に対して、これらを検知し、画像の形成位置を補正するいくつかの技術が考えられている。例えば、検知手段としては、例えば特開平4-172376号公報や特開平4-234064号公報などに記載されているように、ベルトに従動するロール軸にエンコーダを取り付け、その角速度からベルトの速度を検知する方法がある。

【0016】図21、図22は、従来の速度変動の検知手段の一例の説明図である。図中、41はベルト、42はエンコーディングロール、43はベアリング、44はエンコーダ、45はピンチロールである。両図とも、ベルト41の搬送とともにエンコーディングロール42が回転し、ベアリング43を介してエンコーダ44が回転して、その回転速度が検出される。

【0017】しかし、図21に示すようにエンコーディングロール42にベルト41が掛けられている構成では、エンコーディングロール42の部分でもベルト41の厚さムラやエンコーディングロール42自体の偏心等

6

の影響を受け、ベルト41の厚さムラによる速度変動を正確に測定できない。また、図22に示すようにピンチロール45によってベルト41をエンコーディングロール42に押しつけて、エンコーディングロール42を回転させる方式では、2本のロールで挟持されることによってベルト41がダメージを受けやすく、信頼性に掛けるという問題がある。

【0018】図23は、従来の速度変動の検知手段の別の例の説明図である。図中、46はマーク、47はセンサーである。別の速度変動の検知方法として、例えば特開平6-130871号公報に記載されているように、ベルト41にあらかじめマーク46を印刷しておき、そのマーク46をセンサー47で検知することにより、ベルト41の速度を検知する方法もある。しかしながら、この方式はマーク46を正確に印刷することが難しいため、精度面で問題がある。

【0019】一方、例えば、特開平6-253151号公報に記載されているように、各画像形成部によって形成される画像の開始位置等を合わせる、いわゆるレジストレーションコントロール（以下、レジコンと略す）の技術が知られている。この文献に記載されている位置合わせの技術は、各画像形成部でベルト上に画像を形成し、その画像をセンサーで検出して、各画像形成部における画像位置ズレを補正するものである。従来のレジコン技術では、画像形成部間の書込位置の変動を補正するのみであり、上述のようなベルトの速度変動によって生じる画像内部の色ズレや濃度ムラを補正するものではなかった。

【0020】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上述した事情に鑑みてなされたもので、ベルトの搬送速度あるいは位置の変動を補正し、色ズレや濃度ムラなどを除去した良好な画質の画像を得ることのできる画像形成装置を提供することを目的とするものである。

【0021】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、画像形成装置において、ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記駆動手段により駆動されている前記ベルトに対向して配置され所定のタイミングにより像を形成する像形成手段と、前記像形成手段とは異なった位置に設けられ前記像形成手段により形成された像を読み取る像読取手段と、少なくとも前記像読取手段により読み取られた像に基づいて前記駆動手段により駆動される前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識する変動量認識手段を有することを特徴とするものである。

【0022】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の画像形成装置において、前記ベルトに対向して複数個の像形成手段が設けられており、前記変動量認識手段は、前記複数個の像形成手段の少なくとも1つを用いて

形成された像および該像を形成した前記像形成手段と前記像読取手段との前記ベルトに沿った離間距離に基づいて変動量を認識することを特徴とするものである。

【0023】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段で用いる像を形成する像形成手段は、前記像読取手段との離間距離が最も長い像形成手段であることを特徴とするものである。

【0024】請求項4に記載の発明は、請求項1に記載の画像形成装置において、前記像読取手段は、前記ベルトに沿って前記像形成手段と前記ベルトの長さの1/2だけ離れた位置に配置されていることを特徴とするものである。

【0025】請求項5に記載の発明は、画像形成装置において、ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記ベルトの駆動時における周期的変動を測定する周期的変動測定手段と、該周期的変動測定手段により測定された前記ベルトの周期的変動量に基づいて前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識する変動量認識手段を有することを特徴とするものである。

【0026】請求項6に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記周期的変動測定手段は、前記ベルトの周期に応じて前記ベルトの位置情報を取得することを特徴とするものである。

【0027】請求項7に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段は、前記周期的変動測定手段によって取得された前記ベルトの複数周期の前記ベルトの位置情報から低周波成分を抽出し、前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量とすることを特徴とするものである。

【0028】請求項8に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段は、得られた前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量に対して、所定の基準位置と前記周期的変動測定手段の測定位置との位置の相違による位相差に基づいて該位相差の補正を行ない、前記基準位置における前記ベルトのベルト厚の不均一に起因して発生する前記ベルトの位置変動量または速度変動量として認識することを特徴とするものである。

【0029】請求項9に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて前記駆動手段の駆動速度を制御する駆動制御手段を有することを特徴とするものである。

【0030】請求項10に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて前記

ベルトの移動量を制御するベルト移動量制御手段を有することを特徴とするものである。

【0031】請求項11に記載の発明は、請求項5に記載の画像形成装置において、前記変動量認識手段により認識された位置変動量または速度変動量に基づいて画像形成位置を制御する画像形成制御手段を有することを特徴とするものである。

【0032】請求項12に記載の発明は、ベルトと、前記ベルトを駆動する駆動手段と、前記駆動手段により駆動されている前記ベルトに対向して配置され像を形成する像形成手段と、前記像形成手段とは異なった位置に設けられ前記像形成手段により形成された像を読み取る像読取手段と、制御手段を有する画像形成装置の制御方法において、前記ベルトを前記駆動手段によって駆動するとともに前記像形成手段によって前記ベルト上に所定のタイミングでパターンを形成し、該パターンを前記像読取手段で読み取って時間間隔を測定し、測定された時間間隔に基づいて前記ベルトの位置変動量または速度変動量を認識し、認識した前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて、画像形成時の画像形成制御を行なうことを特徴とするものである。

【0033】請求項13に記載の発明は、請求項12に記載の画像形成装置の制御方法において、画像形成時の画像形成制御としては、認識された前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて前記駆動手段の駆動を制御することを特徴とするものである。

【0034】請求項14に記載の発明は、請求項12に記載の画像形成装置の制御方法において、画像形成時の画像形成制御としては、認識された前記位置変動量または前記速度変動量に基づいて前記像形成手段の像形成を制御することを特徴とするものである。

【0035】請求項15に記載の発明は、請求項12に記載の画像形成装置の制御方法において、前記ベルトの前記位置変動量または速度変動量を認識する際には、前記ベルトの複数周期分の前記像読取手段で測定した時間間隔のデータから低周波成分を抽出し、振幅および位相を補正して基準位置における前記ベルトの前記位置変動量または速度変動量を認識することを特徴とするものである。

【0036】

【発明の実施の形態】図1は、本発明の画像形成装置の実施の一形態を示す概略構成図、図2は、像形成位置と読取位置との関係の説明図、図3は、読取部とレジパターンの一例の説明図である。図中、図16と同様の部分には同じ符号を付して説明を省略する。21は読取部、22はホームセンサ、23はレジパターンである。中間転写体ベルト7の画像形成部より下流側に読取部21が設けられている。読取部21は、図3に示すように、中間転写体ベルト7上に1以上の画像形成部によって形成された周期的なレジパターン23を読み取る。読取部2

1は、例えば反射型のフォトレセプター等により構成することができる。あるいは、中間転写体ベルト7が光源からの光を透過しやすい材質の場合、透過型のフォトレセプターを使用してもよい。さらには、センサとしてCCD等を使用して画像として取り込み、処理することも可能である。制御部13は、この読取部21によるレジパターン23の読取位置をもとに、中間転写体ベルト7の厚さムラに起因する速度変動あるいは位置変動を検出する。

【0037】また、ホームセンサ22は、中間転写体ベルト7の一点に設けられているマーカを検出するものである。このホームセンサ22の位置をここでは基準位置としている。ここでは#1の感光体3(Y)によってレジパターン23を形成するものとし、図2に示すように、ホームセンサ22と感光体#1の中間転写体ベルト7に沿った距離をD、#1の感光体3と読取部21との中間転写体ベルト7に沿った距離をL_yとする。もちろん他の感光体3によってレジパターン23を形成してもよいが、中間転写体ベルト7の厚さに1周期の正弦的なムラが存在する場合、感光体3と読取部21の中間転写体ベルト7に沿った距離が長い方が、その位置的なズレ量が大きくなり、検出しやすい。望ましくは、レジパターン23を形成する感光体3と読取部21との中間転写体ベルト7に沿った距離が、中間転写体ベルト7の全長の1/2であるとかよく、位置ズレ量は2倍となって検出できる。

【0038】上述の構成において、画像形成装置の出荷前の調整時や、中間転写体ベルト7の交換時には、中間転写体ベルト7の厚さムラに起因する色ズレや濃度ムラを補正するための動作を行なう。図4は、本発明の画像形成装置の実施の一形態における色ズレや濃度ムラを補正するための動作の概略を示すフローチャートである。まずS51において、複数の感光体3のうち少なくとも1つの感光体3上に一定ピッチでレジパターン23を現像し、回転駆動される中間転写体ベルト7上に転写する。レジパターン23は、従来技術のように予め中間転写体ベルト7上にマークを付与しておく場合に比べ、比較的簡単に、しかも高精度で形成できる。中間転写体ベルト7上に転写された各々のパターンは、転写時に発生した速度変動により、その間隔が変動する。

【0039】S52において、転写されたレジパターン23の通過タイミングを感光体3の下流側に設置された読取部21で読み取る。これにより、転写時に発生した速度変動または位置変動を検知することができる。

【0040】S53において、S52で検知した速度変動または位置変動のデータを、中間転写体ベルト7の数周期に渡り取得し、全ての速度変動成分のうちから中間転写体ベルト7の厚みムラ成分以外の変動を除去する。このとき、中間転写体ベルト7の厚みムラに非同期の変動成分は、中間転写体ベルト7の数周期分の速度変動ま

たは位置変動のデータを平均化することにより除去できる。また、中間転写体ベルト7の厚みムラに同期する変動成分は、除去したい速度変動の周期で平均化を行ない、中間転写体ベルト7の周期で平均化したデータから引けばよい。

【0041】S53で抽出された中間転写体ベルト7の厚みムラによる速度変動または位置変動は、誤差を含んでいる。すなわち、レジパターン23を中間転写体ベルト7に転写する際とともに、レジパターン23のピッチを読取部21で測定する際にもベルトの厚みムラによる速度変動が発生しているため、検知結果にはレジパターン23を転写した時に発生した速度変動または位置変動以外に、レジパターン23の検知時に発生した速度変動分または位置変動分が検知誤差として含まれている。S54では、このような誤差の補正を行なう。

【0042】上述の検知誤差は、すなわち、レジパターン23を転写時に発生した実際の速度変動または位置変動の波形の位相を、転写ポイントから読取部21までの距離分遅らせたものである。したがって、センシングされた検知結果は振幅、周期が等しく位相のみが異なる2つの波形の合成波であるといえるため、その位相差に基づき真の速度変動または位置変動のみを算出する。算出した真の速度変動または位置変動のデータを保存しておく。

【0043】S55において、画像を形成する際には、保存しておいた真の速度変動または位置変動のデータに基づき、例えば中間転写体ベルト7を駆動する駆動ロール8の回転速度または位置を制御し、あるいは各画像形成部における像形成位置等を制御し、画像を形成する。これにより、色ズレや濃度ムラのない、高画質の画像を得ることができる。

【0044】以下、上述の動作をより詳細に説明してゆく。以下の説明では、#1の感光体3(Y)によってレジパターン23の像を中間転写体ベルト7上に形成する場合を例にして説明する。#1の感光体3(Y)上に一定のタイミングで現像されたレジパターン23は、転写ポイント(Y)において中間転写体ベルト7上に転写される。この転写されたレジパターン23は、駆動ロール8の回転による中間転写体ベルト7の移動に従い、感光体3の下流側に位置する読取部21において読み取られる。

【0045】図5は、レジパターンの一例の説明図である。ここでは、図5(A)に示すような、シェブロンパターンと呼ばれる形状のパターンをレジパターン23として用いている。読取部21は、このレジパターン23の図5(A)におけるSide1、Side2として示したそれぞれの側のパターンの通過タイミングを検出する。すなわち、図5(A)中のt0、t1、...、t_nが検出される。このとき、n番目のパターンにおける像の位置ずれのうち、中間転写体ベルト7の厚みムラまた

11

は感光体3や駆動ロール8の偏心などにより発生する像位置の変動(以下、プロセスAC位置ズレと呼ぶ) ΔX_n は、基準速度をVとすると、

$$\Delta X_n = V \times \Sigma^N 1 / 2 (t_{n_side2} + t_{n_side1}) - n \times L$$

$$[L = V \times \Sigma^N 1 / 2 (t_{n_side2} + t_{n_side1}) /$$

N]と表わせる。ここで、Nは中間転写体ベルト7の1周期で形成されるパターン数である。

【0046】n回目のレジパターン23の検出時における $(t_{n_side2} + t_{n_side1}) / 2$ は、n-1回目のレジパターン23の検出時からn回目のレジパターン23の検出時までの中間転写体ベルト7の移動方向の平均所要時間を示す。例えば、中間転写体ベルト7が移動方向に直交する方向にずれたとしても、レジパターン23の両側の平均を取ることによって、このようなズレに影響されず、中間転写体ベルト7の移動方向の所要時間を得ることができる。所定の基準位置からn回目のレジパターン23の検出時までの所要時間は、n回分の所要時間をすべて加算すればよい。所要時間に基準速度を乗算することによって、中間転写体ベルト7が基準速度で所要時間だけ移動したときの移動距離を求めることができる。Lは、レジパターン23間の基準距離であり、n回目のレジパターン23の検出時までの理論的な距離は $n \times L$ で表わすことができる。この2つの距離の差が、n回目のレジパターン23の検出時におけるプロセスAC位置ズレ ΔX_n である。なお、レジパターン23間の基準距離Lは、測定トータル距離をパターン数で割れば求まる。

【0047】なお、レジパターン23は、図3に示すように中間転写体ベルト7の中央部に1列設けたり、あるいは図5(B)に示すように2列設けることもできる。あるいは、中央部と両端部の3列設けたり、それ以上設けてもよく、像形成位置も任意の位置でよい。レジパターン23を形成する位置に対応して読取部21を配置すればよい。特に、複数列のレジパターン23を使用することで検知精度の向上が実現できる。

【0048】図6は、レジパターンの別の例の説明図である。この例では、中間転写体ベルト7の移動方向に直交する方向の線分で形成される縞状のレジパターン23を示している。この場合、線分を検出する間の時間 t_0, t_1, \dots を順次計測してゆく。この時の像形成位置の変動は、

$$\Delta X_n = V \times \Sigma^n (t_n) - n \times L$$

$[L = V \times (\Sigma^N (t_n) / N)]$ と表わせる。ここで、Nは中間転写体ベルト7の1周期で印字されるパターン数である。このようにして、図5に示したレジパターンと同様に位置ズレを求めることができる。なお、このレジパターン23の場合には、パターンの左右で形状に差がないので、例えば図6(B)に示すように中間転写体ベルト7の両側に設けて、両側のパターンにおける時間

12

を計測するように構成して、精度を上げてよい。また、他のパターンをレジパターン23として用いる場合には、用いるパターンに応じて像形成位置の変動を算出すればよい。

【0049】図7は、レジパターンの読取りによって得られた位置ズレ量の一例の説明図である。上述のようにしてレジパターン23を読み取り、算出した位置ズレ量を中間転写体ベルト7の1周期に渡り、時刻との関係としてプロットする。例えば、中間転写体ベルト7がシームレスベルトの場合、その製法上、1周期にわたる正弦的な厚みムラが存在し、位置ズレ量は例えば図7(A)に示すように、ある正弦波のように変化するはずである。しかし、実際には感光体3や駆動ロール8の偏心による位置ずれも生じているので、実際の検出結果は図7(B)に示すようになる。

【0050】したがって、上述のようにして検出されたプロセスAC位置ズレから中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ズレ以外の成分を除去する必要がある。これは、その他の位置ずれ要因の周期が、中間転写体ベルト7の厚みムラの周期(すなわちベルト1周期)と非同期である場合は、以下のようにすればよい。図8は、位置ズレ量の検出データからのプロセスAC位置ズレの抽出手法の一例の説明図である。除去したい位置ずれ成分が中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ずれと非同期である場合は、図8に示すように、中間転写体ベルト7のN周期に渡りプロセスAC位置ズレを測定し、これらを中間転写体ベルト7の1周期で区切って対応するタイミングの位置ズレ量を平均化する。例えば、N個の位置ズレ量を加算してNで割ればよい。これにより中間転写体ベルト7の1周期と非同期である、中間転写体ベルト7の厚みムラ以外の位置ずれ成分は平均化(除去)され、同一の周期を示す厚みムラによる位置ずれ成分のみが顕著に現れる。

【0051】また、除去したい位置ずれ成分が中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ずれと同期する、すなわち周期が整数倍である場合には、上述とは逆に除去したい位置ずれ成分の周期で平均化を行ない、それらを抽出した後に実際の測定結果からそれらを差し引けばよい。

【0052】これらの手法以外にも、種々の手法を用いることができ、いわゆるローパスフィルタとしての処理を行なえば、短周期の感光体3や駆動ロール8の偏心などによる変動成分を除去し、長周期の中間転写体ベルト7の厚みムラによる変動成分のみを抽出することができる。

【0053】以上のようにして、プロセスAC位置ズレの検知結果から中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ずれ成分のみを抽出することができる。しかしながら、ここまでに得られた結果は真の位置変動データではない。なぜなら、読取部21においてレジパターン23

を読み取る際にも中間転写体ベルト7の速度は変動しているため、ここまでの処理で得られた位置変動データは、パターン形成時に実際に起こった速度変動による位置変動と、レジパターン23の読取時に起こった速度変動による見かけの位置変動とが合成されたものだからである。

【0054】図9は、実測検知データと位置変動の関係の説明図である。図9(A)は中間転写体ベルト7の1周期分の位置変動パターンを示しており、左端が基準位置における位置ズレ量を示している。基準位置を例えば図2におけるホームセンサ22の位置とする。すると、#1の感光体3がレジパターン23を形成する位置まで中間転写体ベルト7が移動するまでに時間を要し、その間に位置変動量も変化する。ここでは基準位置から#1の感光体3の位置まで中間転写体ベルト7が移動する時間を、便宜上、Dと示している。さらに、#1の感光体3で形成された像が読取位置まで到達するまでも時間を要し、その間にも位置変動量は変化する。ここでは#1の感光体3の位置から読取部21の位置まで中間転写体ベルト7が移動する時間を、便宜上、Lyと示している。

【0055】読取部21では、図9(B)に破線で示すような位置変動パターンを有する画像を、一点鎖線で示すような位置変動パターンの影響を受けながら読み取ることになる。図9に示す例では、像形成の開始点について、像形成時にはプラス側に位置が変動した像を形成し、その像を読み取る際にはマイナス側に位置が変動した時点で読み取っている。そのため、図9(B)に実線で示す検知データは、両者の変動量が加算された値となる。同様に、プラス側に位置が変動したときに形成された像を、プラス側に位置が変動した際に読み取れば、検知される位置ズレ量はその差分となる。また、マイナス側に位置が変動したときに形成された像を、マイナス側に位置が変動した際に読み取った場合も、検知される位置ズレ量はその差分となる。すなわち、像形成時の位置変動パターンに、読取時の位置変動パターンを反転して加算したパターンとして、実測した検知データが得られ

$$\begin{aligned}\Delta X_s &= \Delta X_w - \Delta X_r \\ &= A \sin(\omega b \cdot t + \phi 1 + D) - A \sin(\omega b \cdot t + \phi 1 + D \\ &\quad + Ly) \\ &= 2A \sin(-Ly/2) \cos(\omega b \cdot t + \phi 1 + D + Ly/2) \\ &= 2A \sin(Ly/2) \sin(\omega b \cdot t + \phi 1 + D + Ly/2 + 3/2\pi)\end{aligned}$$

となる。よって中間転写体ベルト7が基準位置から示す位置変動は、振幅が検出データ ΔX_s の $1/\{2 \sin(Ly/2)\}$ 倍、位相が $(D + Ly/2 + 3/2\pi)$ radずれた波形となる。

【0060】したがって、実際に読取部において得られるデータを

る。

【0056】このように、実測した検知データは、像形成時の位置変動パターンと読取時の位置変動パターンの反転パターンとを合成したパターンであるので、像形成位置と読取位置が近接している場合、像形成時の位置変動パターンと読取時の位置変動パターンはほとんど同じパターンとなって、両者を合成したパターンは小さな振幅のパターンとなる。逆に、像形成位置と読取位置が離れている場合、両者の位相は大きくずれ、その合成パターンは大きな振幅となる。そのため、像を形成する感光体3の位置と、読取部21の位置は、なるべく離れていた方が大きな振幅の検知データを取得することができ、好ましい。

【0057】このように、実測した検知データは、像形成時の位置ズレパターンと、読取時の位置ズレパターンとが合成されたパターンとして検知される。ただし、これらの2つの波形は、振幅および周波数が等しく、位相のみが感光体3と読取部21の距離だけ異なるものである。そのため、実測した検知データから以下の手順により、真の中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ずれを抽出することができる。

【0058】中間転写体ベルト7がある基準位置から示す位置ずれ ΔX のパターンを

$$\Delta X = A \sin(\omega b + \phi 1)$$

と仮定する。このとき、レジパターン23の像形成時の位置変動 ΔX_w は

$$\Delta X_w = A \sin(\omega b \cdot t + \phi 1 + d)$$

と表わすことができる。ここで、Aは位置変動の振幅、Dは中間転写体ベルト7の基準位置からレジパターンの像形成開始までの位相差である。また、読み取り時の位置変動 ΔX_r は

$$\Delta X_r = A \sin(\omega b \cdot t + \phi 1 + D + Ly)$$

で表わすことができる。ここで、Lyはレジパターンの像形成から読み取りまでの位相差である。

【0059】検出データ ΔX_s は、上述のように像形成時と読み取り時の位置変動の差分であるので、

$$\Delta X_s = B \sin(\omega b + \phi 2)$$

とおくと、ある基準位置から中間転写体ベルト7上に生じる位置ずれ ΔX は

$$\Delta X = B \times 1/\{2 \sin(Ly/2)\} \times \sin\{\omega b \cdot t + \phi 2 - (D + Ly/2 + 3/2\pi)\}$$

と求まる。

15

【0061】例えば、具体例として、
 中間転写体ベルト7の周長 $L=1922$ (mm)
 基準位置から像形成位置Yまでの距離 $D=319.7$
 (mm)
 像形成位置Yから読取部までの距離 $L_y=687.5$
 (mm)

$$\begin{aligned}\Delta X &= 0.1 \times 1 / \{2 \times \sin(687.5 / 1922 \times 2\pi / 2)\} \times \\ &\sin(\omega b \cdot t + \phi 2 - 319.7 / 1922 \times 2\pi + 687.5 / 1922 \\ &\times 2\pi / 2 + 3 / 2\pi) \\ &= 0.054 \times \sin(\omega b \cdot t + \phi 2 - 6.8)\end{aligned}$$

となる。

【0062】このようにして求められた位置変動データは、例えば記憶手段に格納される。そして、実際の画像形成の際に記憶しておいた位置変動データに従い、このような位置変動を補正すべく制御を行なうことにより、色ズレや濃度ムラの無い画像を得ることができる。位置変動を補正する制御は、例えば駆動ロール8を駆動する駆動モータを制御すればよい。図10は、位置変動を補正するための制御信号の一例の説明図である。具体的には、算出された図中破線で示すような位置変動データに対し、これを打ち消すような逆位相の信号、例えば図中実線で示す位置信号を駆動モータの位置指令信号に加算して制御を行なえば、中間転写体ベルト7の厚みムラによるプロセスAC位置ずれを低減することができる。

【0063】このほかにも、例えば各画像形成部における位置変動データを、上述のようにして求められた位置変動データの位相を変えることによって求め、それに従って画像書込部2による感光体3への書込位置を制御するように構成してもよい。

【0064】上述の例では、中間転写体ベルト7の厚みムラによる影響を像形成位置の変動として検知し、補正を行なったが、中間転写体ベルト7の厚みムラによる速度変動を検知して補正を行なうことも可能である。この場合には、まず以下のような手順で速度変動 ΔV_n を検知する。まず図5に示すようなレジパターン23の場合には、

$$\begin{aligned}\Delta V_n &= V \times \Sigma^n 1 / 2 (t_{n_{side2}} + t_{n_{side1}}) \\ \Delta V_s &= \Delta V_w - \Delta V_r \\ &= A \sin(\omega b \cdot t + \phi 3 + D) - A \sin(\omega b \cdot t + \phi 3 + D \\ &\quad + L_y) \\ &= 2A \sin(-L_y / 2) \cos(\omega b \cdot t + \phi 3 + D + L_y / 2) \\ &= 2A \sin(L_y / 2) \sin(\omega b \cdot t + \phi 3 + D + L_y / 2 + \\ &\quad 3 / 2\pi)\end{aligned}$$

となる。よって中間転写体ベルト7が基準位置から示す速度変動は、振幅が検出データ ΔV_s の $1 / \{2 \sin(L_y / 2)\}$ 倍、位相が $(D + L_y / 2 + 3 / 2\pi)$ radずれた波形となる。

【0067】したがって、検出データを

16

とし、検出データの振幅 $=100$ (μm)、すなわち、
 検出データを
 $\Delta X_s = 0.1 \sin(\omega b \cdot t + \phi 2)$
 とおくと、中間転写体ベルト7の基準位置における位置変動 ΔX は

$[M = \Sigma^n 1 / 2 (t_{n_{side2}} + t_{n_{side1}}) / N]$ と
 して求めることができる。また、図6に示すようなレジパターン23の場合には、

$$\Delta V_n = V \times \Sigma^n (t_n) M$$

$[M = \Sigma^n (t_n) / N]$ として求めることができる。
 なお、他のパターンをレジパターン23として用いる場合には、用いるパターンに応じて速度変動を算出すればよい。この検知結果はその他の速度変動成分を含むため、上述と同様に平均化処理を行ない、中間転写体ベルト7の厚みムラによる影響のみを抽出する。

【0065】そして、最終的にレジパターン23の読み取り時に発生する速度変動分を取り除くために以下の計算を行なう。中間転写体ベルト7が、ある基準位置から示す速度変動 ΔV を

$$\Delta V = A \sin(\omega b \cdot t + \phi 3)$$

と仮定する。このとき、レジパターン23の像形成時の速度変動 ΔV_w は

$$\Delta V_w = A \sin(\omega b \cdot t + \phi 3 + D)$$

と表わすことができる。ここでAは速度変動の振幅、Dは中間転写体ベルト7の基準位置からレジパターン23の像形成開始までの位相差である。また、読み取り時の速度変動 ΔV_r は、

$$\Delta V_r = A \sin(\omega b \cdot t + \phi 3 + D + L_y)$$

と表わすことができる。ここで、 L_y は#1の感光体3による像形成位置から読取部21までの位相差である。

【0066】検出データ ΔV_s は、像形成時と読取時の速度変動の差分であるので、

$$\Delta V_s = C \sin(\omega b \cdot t + \phi 4)$$

とおくと、中間転写体ベルト7の基準位置における速度変動 ΔV は、

$$\Delta V = C \times 1 / \{2 \sin(L_y / 2)\} \times \sin\{\omega b \cdot t + \phi 4 - (D + L_y / 2 + 3 / 2\pi)\}$$

17

と求まる。

【0068】このような速度変動データを例えば出荷前や中間転写体ベルト7の交換時に計算しておく。そして、実際に画像形成を行なう際に、予め計算しておいた速度変動データを元に、例えば駆動ロール8の駆動モータの角速度を制御したり、各画像形成部の画像書込部2を制御すれば、色ずれや濃度ムラのない画像を得ることができる。図11は、速度変動を補正するための制御信号の一例の説明図である。例えば、駆動ロール8の駆動モータを制御する場合、具体的には、算出された図中破線で示すような速度変動データに対し、これを打ち消すような逆位相の信号、例えば図中実線で示す速度信号を駆動モータの速度指令信号に加算して制御を行なえば、中間転写体ベルト7の厚みムラによる速度変動を低減することができる、像形成位置の変動も低減することができる。

【0069】図12は、理想的な速度プロファイルと実際の出力速度プロファイルの一例の説明図である。上述のように、中間転写体ベルト7の厚みムラは、中間転写

$$\begin{aligned} \text{ドラム周期} / \text{Enc 数} &= 2\pi / \omega_d / \text{Enc} \\ &= 2\pi / (\omega_{d_{\min}} \cdot n) / \text{Enc} \end{aligned}$$

となる。制御量 n に対し微量 β の変化を持たせ、 $\omega_d = \omega_{d_{\min}} \cdot (n + \beta)$ と位置変動が合うように、図12

$$\begin{aligned} \text{単位時間} \times \text{速度変化量} &= (2\pi / (\omega_{d_{\min}} \cdot n) / \text{Enc}) \times (\omega_{d_{\min}} \\ &\quad \cdot \beta \cdot r) \\ &= 2\pi \cdot \beta \cdot r / n / \text{Enc} \end{aligned}$$

となる。

【0071】いま n 番目の制御タイミングの時、 n 番目の制御による仮想位置ずれ積算量は

$$\begin{aligned} \Sigma_{(k=0)}^{(n-1)} (2\pi \cdot \beta k \cdot r / n / \text{Enc}) \\ \text{となる。制御すべき位置ずれ量を} \Delta x(n) \text{とすれば、} \\ -1/2 \times 2\pi \cdot \beta n \cdot r / n / \text{Enc} \leq \Delta x(n) - \\ \Sigma_{(k=0)}^{(n-1)} (2\pi \cdot \beta k \cdot r / n / \text{Enc}) \leq 1/2 \times 2\pi \cdot \beta n \cdot r / n / \text{Enc} \end{aligned}$$

を満たすような最小の βn を求め、制御を行なえばよい。このような制御を行なうことによって、図12に実線で示すような出力速度によって駆動モータを制御することになる。図12にも示したように、速度変動が小さい場合には小さな制御量によって補正を行ない、速度変動が大きい場合には大きな制御量によって補正を行なうとともに、その速度変動の大きさに応じて大きな制御量の制御頻度が増加する。

【0072】ところで、中間転写ベルト7の厚みムラによる位置変動（又は速度変動）が1次の正弦波形（又は既知の多次の三角関数）である場合は上述のアルゴリズムによって位置変動データを算出し、これを基に制御を行うことで、色ずれや濃度ムラのない画像を得ることができるものの、例えば中間転写ベルト7の製造段階で、その厚みが部分的に大きく変化する箇所が生じた場合などでは、ベルト厚みムラによる位置変動の波形がベルト

18

体ベルト7の1周期と非常に低周波の変動である。そのため、この影響による像形成位置の変動も非常に低周波である。このような低周波の変動は、位置変動としては大きな値を示しても速度変動自体は微小である場合が多い。したがって、駆動モータとして、例えばステッピングモータを用い、角速度を制御する場合には、駆動モータの回転角の分解能が足りず、図12に破線で示したような理想的な速度制御をできない場合がある。このような場合、図12に実線で示したように、速度制御を段階的に行ない、グラフ上の面積（すなわち位置）がほぼ等しくなるような補正を行なえばよい。この例では、基準速度から上下2段階の速度制御を行なった場合を示している。

【0070】いま、 ω_d の最小分解能を $\omega_{d_{\min}}$ として $\omega_d = \omega_{d_{\min}} \cdot n$ であるとする。ここで、 n は整数で設定する値とする。制御はエンコーダパルスの1パルスごとに行なうが、そのエンコーダの歯数を Enc とした時、制御の単位時間は

に示すように階段状に制御を行なうとすれば、 $n \gg \beta$ であるから、単位時間あたりの位置ずれ量は

1周に周期をもった複雑な波形（未知）になる。そうした場合、これを1次の正弦波と見なして位置変動データを求めると、例えば図13(A)のような変動波形の場合、正弦波にマッチしない波形部分 W で検出誤差が生じてしまう。そこで、このような場合には、以下のような手順により真の位置変動データを求める。

【0073】まず、中間転写ベルト7の周長を L とし、Y像形成位置から読取部までの距離を L_y （図13(A)を参照）として、 L と L_y をそれぞれ或る数 d （長さ）で分割する。そうすると、 $L = n \times d$ 、 $L_y = m \times d$ のように定義することができる。ここで、上記 d の値については、後述する理由から、 m 、 n がいずれも整数でかつ互いに素になる整数が望ましい。また、求めるべきY像形成ポイントでの位置変動データ（真の位置変動データ）を図13(B)のように $f(x)$ と置くと、実際に読取部で検知される合成波データは、 $f(x) - f(x + F_y \times 2\pi / L)$ と定義することができる。ここで、 $f(x)$ は、ベルト1周に周期性をもつ周期関数で、これは任意に設定することができる。

【0074】いま、具体例として、中間転写ベルト7の周長 $L = 2000$ (mm) Y像形成位置から読取部までの距離 $L_y = 700$ (mm) 分割長さ $d = 100$ (mm) とすると、 $m = 20$ 、 $n =$

19

7となるから、 $L=20 \times d$ 、 $L_y=7 \times d$ と表される。また、上述の合成波データは、 $f(x) - f(x + 7d \times 2\pi \div L)$ と表される。

【0075】このとき、合成波データ $f(x) - f(x + 7d \times 2\pi \div L)$ は、実際の検知データ a_0 (図13

$$\begin{aligned} a_0 &: f(x) - f(x + 7d \times 2\pi \div L) \cdots \text{検知データ} \\ a_1 &: f(x + d \times 2\pi \div L) - f(x + 8d \times 2\pi \div L) \\ a_2 &: f(x + 2d \times 2\pi \div L) - f(x + 9d \times 2\pi \div L) \\ a_3 &: f(x + 3d \times 2\pi \div L) - f(x + 10d \times 2\pi \div L) \\ a_4 &: f(x + 4d \times 2\pi \div L) - f(x + 11d \times 2\pi \div L) \\ a_5 &: f(x + 5d \times 2\pi \div L) - f(x + 12d \times 2\pi \div L) \\ a_6 &: f(x + 6d \times 2\pi \div L) - f(x + 13d \times 2\pi \div L) \\ a_7 &: f(x + 7d \times 2\pi \div L) - f(x + 14d \times 2\pi \div L) \\ a_8 &: f(x + 8d \times 2\pi \div L) - f(x + 15d \times 2\pi \div L) \\ a_9 &: f(x + 9d \times 2\pi \div L) - f(x + 16d \times 2\pi \div L) \\ a_{10} &: f(x + 10d \times 2\pi \div L) - f(x + 17d \times 2\pi \div L) \\ a_{11} &: f(x + 11d \times 2\pi \div L) - f(x + 18d \times 2\pi \div L) \\ a_{12} &: f(x + 12d \times 2\pi \div L) - f(x + 19d \times 2\pi \div L) \end{aligned}$$

【0077】

$$\begin{aligned} a_{13} &: f(x + 13d \times 2\pi \div L) - f(x + 20d \times 2\pi \div L) \\ a_{14} &: f(x + 14d \times 2\pi \div L) - f(x + 21d \times 2\pi \div L) \\ a_{15} &: f(x + 15d \times 2\pi \div L) - f(x + 22d \times 2\pi \div L) \\ a_{16} &: f(x + 16d \times 2\pi \div L) - f(x + 23d \times 2\pi \div L) \\ a_{17} &: f(x + 17d \times 2\pi \div L) - f(x + 24d \times 2\pi \div L) \\ a_{18} &: f(x + 18d \times 2\pi \div L) - f(x + 25d \times 2\pi \div L) \\ a_{19} &: f(x + 19d \times 2\pi \div L) - f(x + 26d \times 2\pi \div L) \end{aligned}$$

【0078】ここで、 a_{13} のデータに注目すると、後段の $f(x + 20d \times 2\pi \div L)$ の部分は $f(x)$ に対して、ちょうど1周期分 ($20d$) だけ位相がずれたも

(B) 参照)に相当することから、この検知データ a_0 を以下のように d ずつ位相を計19 ($20-1$) 回ずらしたデータ ($a_1 \sim a_{19}$) を作成する。

【0076】

の、つまり $f(x + 20d \times 2\pi \div L) = f(x)$ の関係にある。これと同様に $a_{14} \sim a_{19}$ の各々のデータの後段部分についても、以下のような関係にある。

$$\begin{aligned} f(x + 21d \times 2\pi \div L) &= f(x + d \times 2\pi \div L) \\ f(x + 22d \times 2\pi \div L) &= f(x + 2d \times 2\pi \div L) \\ f(x + 23d \times 2\pi \div L) &= f(x + 3d \times 2\pi \div L) \\ f(x + 24d \times 2\pi \div L) &= f(x + 4d \times 2\pi \div L) \\ f(x + 25d \times 2\pi \div L) &= f(x + 5d \times 2\pi \div L) \\ f(x + 26d \times 2\pi \div L) &= f(x + 6d \times 2\pi \div L) \end{aligned}$$

【0079】このことから、 $a_{13} \sim a_{19}$ のデータは 次のように表される。

$$\begin{aligned} a_{13} &: f(x + 13d \times 2\pi \div L) - f(x) \\ a_{14} &: f(x + 14d \times 2\pi \div L) - f(x + d \times 2\pi \div L) \\ a_{15} &: f(x + 15d \times 2\pi \div L) - f(x + 2d \times 2\pi \div L) \\ a_{16} &: f(x + 16d \times 2\pi \div L) - f(x + 3d \times 2\pi \div L) \\ a_{17} &: f(x + 17d \times 2\pi \div L) - f(x + 4d \times 2\pi \div L) \\ a_{18} &: f(x + 18d \times 2\pi \div L) - f(x + 5d \times 2\pi \div L) \\ a_{19} &: f(x + 19d \times 2\pi \div L) - f(x + 6d \times 2\pi \div L) \end{aligned}$$

【0080】このようにして $a_0 \sim a_{19}$ のデータを求めたら、その求めたデータに対して次の〔0〕～〔19〕のような計算を行う。

$$\begin{aligned} [0] & a_0 \\ [1] & a_0 + a_7 \\ [2] & a_0 + a_7 + a_{14} \\ [3] & a_0 + a_7 + a_{14} + a_{21} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [19] & a_0 + a_7 + a_{14} + a_{21} + a_{28} + a_{35} + a_{42} + a_{49} + a_{56} + a_{63} + a_{70} + a_{77} + a_{84} + a_{91} + a_{98} + a_{105} + a_{112} + a_{119} + a_{126} + a_{133} + a_{140} + a_{147} + a_{154} + a_{161} + a_{168} + a_{175} + a_{182} + a_{189} + a_{196} + a_{203} + a_{210} + a_{217} + a_{224} + a_{231} + a_{238} + a_{245} + a_{252} + a_{259} + a_{266} + a_{273} + a_{280} + a_{287} + a_{294} + a_{301} + a_{308} + a_{315} + a_{322} + a_{329} + a_{336} + a_{343} + a_{350} + a_{357} + a_{364} + a_{371} + a_{378} + a_{385} + a_{392} + a_{399} + a_{406} + a_{413} + a_{420} + a_{427} + a_{434} + a_{441} + a_{448} + a_{455} + a_{462} + a_{469} + a_{476} + a_{483} + a_{490} + a_{497} + a_{504} + a_{511} + a_{518} + a_{525} + a_{532} + a_{539} + a_{546} + a_{553} + a_{560} + a_{567} + a_{574} + a_{581} + a_{588} + a_{595} + a_{602} + a_{609} + a_{616} + a_{623} + a_{630} + a_{637} + a_{644} + a_{651} + a_{658} + a_{665} + a_{672} + a_{679} + a_{686} + a_{693} + a_{700} + a_{707} + a_{714} + a_{721} + a_{728} + a_{735} + a_{742} + a_{749} + a_{756} + a_{763} + a_{770} + a_{777} + a_{784} + a_{791} + a_{798} + a_{805} + a_{812} + a_{819} + a_{826} + a_{833} + a_{840} + a_{847} + a_{854} + a_{861} + a_{868} + a_{875} + a_{882} + a_{889} + a_{896} + a_{903} + a_{910} + a_{917} + a_{924} + a_{931} + a_{938} + a_{945} + a_{952} + a_{959} + a_{966} + a_{973} + a_{980} + a_{987} + a_{994} + a_{1001} + a_{1008} + a_{1015} + a_{1022} + a_{1029} + a_{1036} + a_{1043} + a_{1050} + a_{1057} + a_{1064} + a_{1071} + a_{1078} + a_{1085} + a_{1092} + a_{1099} + a_{1106} + a_{1113} + a_{1120} + a_{1127} + a_{1134} + a_{1141} + a_{1148} + a_{1155} + a_{1162} + a_{1169} + a_{1176} + a_{1183} + a_{1190} + a_{1197} + a_{1204} + a_{1211} + a_{1218} + a_{1225} + a_{1232} + a_{1239} + a_{1246} + a_{1253} + a_{1260} + a_{1267} + a_{1274} + a_{1281} + a_{1288} + a_{1295} + a_{1302} + a_{1309} + a_{1316} + a_{1323} + a_{1330} + a_{1337} + a_{1344} + a_{1351} + a_{1358} + a_{1365} + a_{1372} + a_{1379} + a_{1386} + a_{1393} + a_{1400} + a_{1407} + a_{1414} + a_{1421} + a_{1428} + a_{1435} + a_{1442} + a_{1449} + a_{1456} + a_{1463} + a_{1470} + a_{1477} + a_{1484} + a_{1491} + a_{1498} + a_{1505} + a_{1512} + a_{1519} + a_{1526} + a_{1533} + a_{1540} + a_{1547} + a_{1554} + a_{1561} + a_{1568} + a_{1575} + a_{1582} + a_{1589} + a_{1596} + a_{1603} + a_{1610} + a_{1617} + a_{1624} + a_{1631} + a_{1638} + a_{1645} + a_{1652} + a_{1659} + a_{1666} + a_{1673} + a_{1680} + a_{1687} + a_{1694} + a_{1701} + a_{1708} + a_{1715} + a_{1722} + a_{1729} + a_{1736} + a_{1743} + a_{1750} + a_{1757} + a_{1764} + a_{1771} + a_{1778} + a_{1785} + a_{1792} + a_{1799} + a_{1806} + a_{1813} + a_{1820} + a_{1827} + a_{1834} + a_{1841} + a_{1848} + a_{1855} + a_{1862} + a_{1869} + a_{1876} + a_{1883} + a_{1890} + a_{1897} + a_{1904} + a_{1911} + a_{1918} + a_{1925} + a_{1932} + a_{1939} + a_{1946} + a_{1953} + a_{1960} + a_{1967} + a_{1974} + a_{1981} + a_{1988} + a_{1995} + a_{2002} + a_{2009} + a_{2016} + a_{2023} + a_{2030} + a_{2037} + a_{2044} + a_{2051} + a_{2058} + a_{2065} + a_{2072} + a_{2079} + a_{2086} + a_{2093} + a_{2100} + a_{2107} + a_{2114} + a_{2121} + a_{2128} + a_{2135} + a_{2142} + a_{2149} + a_{2156} + a_{2163} + a_{2170} + a_{2177} + a_{2184} + a_{2191} + a_{2198} + a_{2205} + a_{2212} + a_{2219} + a_{2226} + a_{2233} + a_{2240} + a_{2247} + a_{2254} + a_{2261} + a_{2268} + a_{2275} + a_{2282} + a_{2289} + a_{2296} + a_{2303} + a_{2310} + a_{2317} + a_{2324} + a_{2331} + a_{2338} + a_{2345} + a_{2352} + a_{2359} + a_{2366} + a_{2373} + a_{2380} + a_{2387} + a_{2394} + a_{2401} + a_{2408} + a_{2415} + a_{2422} + a_{2429} + a_{2436} + a_{2443} + a_{2450} + a_{2457} + a_{2464} + a_{2471} + a_{2478} + a_{2485} + a_{2492} + a_{2499} + a_{2506} + a_{2513} + a_{2520} + a_{2527} + a_{2534} + a_{2541} + a_{2548} + a_{2555} + a_{2562} + a_{2569} + a_{2576} + a_{2583} + a_{2590} + a_{2597} + a_{2604} + a_{2611} + a_{2618} + a_{2625} + a_{2632} + a_{2639} + a_{2646} + a_{2653} + a_{2660} + a_{2667} + a_{2674} + a_{2681} + a_{2688} + a_{2695} + a_{2702} + a_{2709} + a_{2716} + a_{2723} + a_{2730} + a_{2737} + a_{2744} + a_{2751} + a_{2758} + a_{2765} + a_{2772} + a_{2779} + a_{2786} + a_{2793} + a_{2800} + a_{2807} + a_{2814} + a_{2821} + a_{2828} + a_{2835} + a_{2842} + a_{2849} + a_{2856} + a_{2863} + a_{2870} + a_{2877} + a_{2884} + a_{2891} + a_{2898} + a_{2905} + a_{2912} + a_{2919} + a_{2926} + a_{2933} + a_{2940} + a_{2947} + a_{2954} + a_{2961} + a_{2968} + a_{2975} + a_{2982} + a_{2989} + a_{2996} + a_{3003} + a_{3010} + a_{3017} + a_{3024} + a_{3031} + a_{3038} + a_{3045} + a_{3052} + a_{3059} + a_{3066} + a_{3073} + a_{3080} + a_{3087} + a_{3094} + a_{3101} + a_{3108} + a_{3115} + a_{3122} + a_{3129} + a_{3136} + a_{3143} + a_{3150} + a_{3157} + a_{3164} + a_{3171} + a_{3178} + a_{3185} + a_{3192} + a_{3199} + a_{3206} + a_{3213} + a_{3220} + a_{3227} + a_{3234} + a_{3241} + a_{3248} + a_{3255} + a_{3262} + a_{3269} + a_{3276} + a_{3283} + a_{3290} + a_{3297} + a_{3304} + a_{3311} + a_{3318} + a_{3325} + a_{3332} + a_{3339} + a_{3346} + a_{3353} + a_{3360} + a_{3367} + a_{3374} + a_{3381} + a_{3388} + a_{3395} + a_{3402} + a_{3409} + a_{3416} + a_{3423} + a_{3430} + a_{3437} + a_{3444} + a_{3451} + a_{3458} + a_{3465} + a_{3472} + a_{3479} + a_{3486} + a_{3493} + a_{3500} + a_{3507} + a_{3514} + a_{3521} + a_{3528} + a_{3535} + a_{3542} + a_{3549} + a_{3556} + a_{3563} + a_{3570} + a_{3577} + a_{3584} + a_{3591} + a_{3598} + a_{3605} + a_{3612} + a_{3619} + a_{3626} + a_{3633} + a_{3640} + a_{3647} + a_{3654} + a_{3661} + a_{3668} + a_{3675} + a_{3682} + a_{3689} + a_{3696} + a_{3703} + a_{3710} + a_{3717} + a_{3724} + a_{3731} + a_{3738} + a_{3745} + a_{3752} + a_{3759} + a_{3766} + a_{3773} + a_{3780} + a_{3787} + a_{3794} + a_{3801} + a_{3808} + a_{3815} + a_{3822} + a_{3829} + a_{3836} + a_{3843} + a_{3850} + a_{3857} + a_{3864} + a_{3871} + a_{3878} + a_{3885} + a_{3892} + a_{3899} + a_{3906} + a_{3913} + a_{3920} + a_{3927} + a_{3934} + a_{3941} + a_{3948} + a_{3955} + a_{3962} + a_{3969} + a_{3976} + a_{3983} + a_{3990} + a_{3997} + a_{4004} + a_{4011} + a_{4018} + a_{4025} + a_{4032} + a_{4039} + a_{4046} + a_{4053} + a_{4060} + a_{4067} + a_{4074} + a_{4081} + a_{4088} + a_{4095} + a_{4102} + a_{4109} + a_{4116} + a_{4123} + a_{4130} + a_{4137} + a_{4144} + a_{4151} + a_{4158} + a_{4165} + a_{4172} + a_{4179} + a_{4186} + a_{4193} + a_{4200} + a_{4207} + a_{4214} + a_{4221} + a_{4228} + a_{4235} + a_{4242} + a_{4249} + a_{4256} + a_{4263} + a_{4270} + a_{4277} + a_{4284} + a_{4291} + a_{4298} + a_{4305} + a_{4312} + a_{4319} + a_{4326} + a_{4333} + a_{4340} + a_{4347} + a_{4354} + a_{4361} + a_{4368} + a_{4375} + a_{4382} + a_{4389} + a_{4396} + a_{4403} + a_{4410} + a_{4417} + a_{4424} + a_{4431} + a_{4438} + a_{4445} + a_{4452} + a_{4459} + a_{4466} + a_{4473} + a_{4480} + a_{4487} + a_{4494} + a_{4501} + a_{4508} + a_{4515} + a_{4522} + a_{4529} + a_{4536} + a_{4543} + a_{4550} + a_{4557} + a_{4564} + a_{4571} + a_{4578} + a_{4585} + a_{4592} + a_{4599} + a_{4606} + a_{4613} + a_{4620} + a_{4627} + a_{4634} + a_{4641} + a_{4648} + a_{4655} + a_{4662} + a_{4669} + a_{4676} + a_{4683} + a_{4690} + a_{4697} + a_{4704} + a_{4711} + a_{4718} + a_{4725} + a_{4732} + a_{4739} + a_{4746} + a_{4753} + a_{4760} + a_{4767} + a_{4774} + a_{4781} + a_{4788} + a_{4795} + a_{4802} + a_{4809} + a_{4816} + a_{4823} + a_{4830} + a_{4837} + a_{4844} + a_{4851} + a_{4858} + a_{4865} + a_{4872} + a_{4879} + a_{4886} + a_{4893} + a_{4900} + a_{4907} + a_{4914} + a_{4921} + a_{4928} + a_{4935} + a_{4942} + a_{4949} + a_{4956} + a_{4963} + a_{4970} + a_{4977} + a_{4984} + a_{4991} + a_{4998} + a_{5005} + a_{5012} + a_{5019} + a_{5026} + a_{5033} + a_{5040} + a_{5047} + a_{5054} + a_{5061} + a_{5068} + a_{5075} + a_{5082} + a_{5089} + a_{5096} + a_{5103} + a_{5110} + a_{5117} + a_{5124} + a_{5131} + a_{5138} + a_{5145} + a_{5152} + a_{5159} + a_{5166} + a_{5173} + a_{5180} + a_{5187} + a_{5194} + a_{5201} + a_{5208} + a_{5215} + a_{5222} + a_{5229} + a_{5236} + a_{5243} + a_{5250} + a_{5257} + a_{5264} + a_{5271} + a_{5278} + a_{5285} + a_{5292} + a_{5299} + a_{5306} + a_{5313} + a_{5320} + a_{5327} + a_{5334} + a_{5341} + a_{5348} + a_{5355} + a_{5362} + a_{5369} + a_{5376} + a_{5383} + a_{5390} + a_{5397} + a_{5404} + a_{5411} + a_{5418} + a_{5425} + a_{5432} + a_{5439} + a_{5446} + a_{5453} + a_{5460} + a_{5467} + a_{5474} + a_{5481} + a_{5488} + a_{5495} + a_{5502} + a_{5509} + a_{5516} + a_{5523} + a_{5530} + a_{5537} + a_{5544} + a_{5551} + a_{5558} + a_{5565} + a_{5572} + a_{5579} + a_{5586} + a_{5593} + a_{5600} + a_{5607} + a_{5614} + a_{5621} + a_{5628} + a_{5635} + a_{5642} + a_{5649} + a_{5656} + a_{5663} + a_{5670} + a_{5677} + a_{5684} + a_{5691} + a_{5698} + a_{5705} + a_{5712} + a_{5719} + a_{5726} + a_{5733} + a_{5740} + a_{5747} + a_{5754} + a_{5761} + a_{5768} + a_{5775} + a_{5782} + a_{5789} + a_{5796} + a_{5803} + a_{5810} + a_{5817} + a_{5824} + a_{5831} + a_{5838} + a_{5845} + a_{5852} + a_{5859} + a_{5866} + a_{5873} + a_{5880} + a_{5887} + a_{5894} + a_{5901} + a_{5908} + a_{5915} + a_{5922} + a_{5929} + a_{5936} + a_{5943} + a_{5950} + a_{5957} + a_{5964} + a_{5971} + a_{5978} + a_{5985} + a_{5992} + a_{5999} + a_{6006} + a_{6013} + a_{6020} + a_{6027} + a_{6034} + a_{6041} + a_{6048} + a_{6055} + a_{6062} + a_{6069} + a_{6076} + a_{6083} + a_{6090} + a_{6097} + a_{6104} + a_{6111} + a_{6118} + a_{6125} + a_{6132} + a_{6139} + a_{6146} + a_{6153} + a_{6160} + a_{6167} + a_{6174} + a_{6181} + a_{6188} + a_{6195} + a_{6202} + a_{6209} + a_{6216} + a_{6223} + a_{6230} + a_{6237} + a_{6244} + a_{6251} + a_{6258} + a_{6265} + a_{6272} + a_{6279} + a_{6286} + a_{6293} + a_{6300} + a_{6307} + a_{6314} + a_{6321} + a_{6328} + a_{6335} + a_{6342} + a_{6349} + a_{6356} + a_{6363} + a_{6370} + a_{6377} + a_{6384} + a_{6391} + a_{6398} + a_{6405} + a_{6412} + a_{6419} + a_{6426} + a_{6433} + a_{6440} + a_{6447} + a_{6454} + a_{6461} + a_{6468} + a_{6475} + a_{6482} + a_{6489} + a_{6496} + a_{6503} + a_{6510} + a_{6517} + a_{6524} + a_{6531} + a_{6538} + a_{6545} + a_{6552} + a_{6559} + a_{6566} + a_{6573} + a_{6580} + a_{6587} + a_{6594} + a_{6601} + a_{6608} + a_{6615} + a_{6622} + a_{6629} + a_{6636} + a_{6643} + a_{6650} + a_{6657} + a_{6664} + a_{6671} + a_{6678} + a_{6685} + a_{6692} + a_{6699} + a_{6706} + a_{6713} + a_{6720} + a_{6727} + a_{6734} + a_{6741} + a_{6748} + a_{6755} + a_{6762} + a_{6769} + a_{6776} + a_{6783} + a_{6790} + a_{6797} + a_{6804} + a_{6811} + a_{6818} + a_{6825} + a_{6832} + a_{6839} + a_{6846} + a_{6853} + a_{6860} + a_{6867} + a_{6874} + a_{6881} + a_{6888} + a_{6895} + a_{6902} + a_{6909} + a_{6916} + a_{6923} + a_{6930} + a_{6937} + a_{6944} + a_{6951} + a_{6958} + a_{6965} + a_{6972} + a_{6979} + a_{6986} + a_{6993} + a_{7000} + a_{7007} + a_{7014} + a_{7021} + a_{7028} + a_{7035} + a_{7042} + a_{7049} + a_{7056} + a_{7063} + a_{7070} + a_{7077} + a_{7084} + a_{7091} + a_{7098} + a_{7105} + a_{7112} + a_{7119} + a_{7126} + a_{7133} + a_{7140} + a_{7147} + a_{7154} + a_{7161} + a_{7168} + a_{7175} + a_{7182} + a_{7189} + a_{7196} + a_{7203} + a_{7210} + a_{7217} + a_{7224} + a_{7231} + a_{7238} + a_{7245} + a_{7252} + a_{7259} + a_{7266} + a_{7273} + a_{7280} + a_{7287} + a_{7294} + a_{7301} + a_{7308} + a_{7315} + a_{7322} + a_{7329} + a_{7336} + a_{7343} + a_{7350} + a_{7357} + a_{7364} + a_{7371} + a_{7378} + a_{7385} + a_{7392} + a_{7399} + a_{7406} + a_{7413} + a_{7420} + a_{7427} + a_{7434} + a_{7441} + a_{7448} + a_{7455} + a_{7462} + a_{7469} + a_{7476} + a_{7483} + a_{7490} + a_{7497} + a_{7504} + a_{7511} + a_{7518} + a_{7525} + a_{7532} + a_{7539} + a_{7546} + a_{7553} + a_{7560} + a_{7567} + a_{7574} + a_{7581} + a_{7588} + a_{7595} + a_{7602} + a_{7609} + a_{7616} + a_{7623} + a_{7630} + a_{7637} + a_{7644} + a_{7651} + a_{7658} + a_{7665} + a_{7672} + a_{7679} + a_{7686} + a_{7693} + a_{7700} + a_{7707} + a_{7714} + a_{7721} + a_{7728} + a_{7735} + a_{7742} + a_{7749} + a_{7756} + a_{7763} + a_{7770} + a_{7777} + a_{7784} + a_{7791} + a_{7798} + a_{7805} + a_{7812} + a_{7819} + a_{7826} + a_{7833} + a_{7840} + a_{7847} + a_{7854} + a_{7861} + a_{7868} + a_{7875} + a_{7882} + a_{7889} + a_{7896} + a_{7903} + a_{7910} + a_{7917} + a_{7924} + a_{7931} + a_{7938} + a_{7945} + a_{7952} + a_{7959} + a_{7966} + a_{7973} + a_{7980} + a_{7987} + a_{7994} + a_{8001} + a_{8008} + a_{8015} + a_{8022} + a_{8029} + a_{8036} + a_{8043} + a_{8050} + a_{8057} + a_{8064} + a_{8071} + a_{8078} + a_{8085} + a_{8092} + a_{8099} + a_{8106} + a_{8113} + a_{8120} + a_{8127} + a_{8134} + a_{8141} + a_{8148} + a_{8155} + a_{8162} + a_{8169} + a_{8176} + a_{8183} + a_{8190} + a_{8197} + a_{8204} + a_{8211} + a_{8218} + a_{8225} + a_{8232} + a_{8239} + a_{8246} + a_{8253} + a_{8260} + a_{8267} + a_{8274} + a_{8281} + a_{8288} + a_{8295} + a_{8302} + a_{8309} + a_{8316} + a_{8323} + a_{8330} + a_{8337} + a_{8344} + a_{8351} + a_{8358} + a_{8365} + a_{8372} + a_{8379} + a_{8386} + a_{8393} + a_{8400} + a_{8407} + a_{8414} + a_{8421} + a_{8428} + a_{8435} + a_{8442} + a_{8449} + a_{8456} + a_{8463} + a_{8470} + a_{8477} + a_{8484} + a_{8491} + a_{8498} + a_{8505} + a_{8512} + a_{8519} + a_{8526} + a_{8533} + a_{8540} + a_{8547} + a_{8554} + a_{8561} + a_{8568} + a_{8575} + a_{8582} + a_{8589} + a_{8596} + a_{8603} + a_{8610} + a_{8617} + a_{8624} + a_{8631} + a_{8638} + a_{8645} + a_{8652} + a_{8659} + a_{8666} + a_{8673} + a_{8680} + a_{8687} + a_{869$$

21

a 0の「 $-f(x+7d \times 2\pi \div L)$ 」の項とa 7の「 $f(x+7d \times 2\pi \div L)$ 」の項、及びa 7の「 $-f(x+14d \times 2\pi \div L)$ 」の項とa 14の「 $f(x+14d \times 2\pi \div L)$ 」の項がそれぞれ正負の関係にあって互いに打ち消されるといったように、各々の計算式において正負の関係にある共通項が互いに打ち消され、結果として[0]～[19]の計算式は次のように表される。

- [0] $f(x) - f(x+7d \times 2\pi \div L)$
- [1] $f(x) - f(x+14d \times 2\pi \div L)$
- [2] $f(x) - f(x+d \times 2\pi \div L)$
- [3] $f(x) - f(x+8d \times 2\pi \div L)$
- .
- .
- .

[19] $f(x) - f(x)$

【0082】そこで、上述した[0]～[19]の計算式を全て足し合わせると、

$$f(x) \times 20 - \{f(x) + d \times 2\pi \div L + f(x) + 2d \times 2\pi \div L + f(x) + 3d \times 2\pi \div L + \dots + f(x) + 19d \times 2\pi \div L\}$$

となる。

【0083】ここで、 $\{f(x) + d \times 2\pi \div L + f(x) + 2d \times 2\pi \div L + f(x) + 3d \times 2\pi \div L + \dots + f(x) + 19d \times 2\pi \div L\}$ の部分は、周期関数 $f(x)$ を d ずつ位相をずらして1周期分(正・負)を加算したものであるから、理論的にゼロとなる。したがって、上記[0]～[19]の加算式を20で割ることにより、真の位置変動データである $f(x)$ を求めることができる。

【0084】これまでの演算処理を一般式で表すと、以下になる。

$$f(x) = [\{\sum_{i=1}^{n-1} f(x+i \times m \times d \times 2\pi \div L) - f(x+(i+1) \times m \times d \times 2\pi \div L)\} \times (n-1)] \div n$$

【0085】この一般式に基づいて各々の検知データa 0に対応する真の位置変動データ $f(x)$ を求めたら、これを記憶手段等に格納しておき、実際の画像形成の際に、事前に格納しておいた位置変動データに従い、これを補正すべく制御を行う。これにより、ベルト厚みムラによる位置変動の波形がベルト1周に周期をもった複雑な波形(未知)になる場合でも、真の位置変動データを正確に求めることができる。図14は、こうした位置変動を補正するための制御信号の一例の説明図である。この場合も、図中破線で示すような位置変動 ΔX に対し、これを打ち消すような逆位相の信号、例えば図中実線で示すような位置信号($-\Delta X$)を駆動モータの位置指令信号に加算して制御を行うことにより、位置変動の波形がどのように複雑な波形になっても、中間転写ベルト7の厚みムラによるプロセスAC位置ずれを高精度に補正

22

することが可能となる。

【0086】ここで、先述した分割長さ d は $f(x)$ を求める際の分解能となるもので、これを適切な値に設定することにより、真の位置変動データ $f(x)$ を精度良く求めることができる。ところが、先述した m 、 n が互いに素にならない整数で d の値を設定した場合は、上述のように正負の関係にある共通項を消去した際に、全ての項が消去される計算式が存在してしまう。そうすると、 n の数だけの計算式が成り立っても、結果的に残る計算式は n の数よりも少なくなり、その分だけ分解能が低下してしまう。これに対して本実施形態のように、 m 、 n が互いに素になる整数で d の値(整数)を設定した場合は、上述のように正負の関係にある共通項を消去しても n 個の計算式がそのまま残ることから、 d のもつ分解能を低下させることなく、真の位置変動データ $f(x)$ を求めることができる。

【0087】なお、上述の各例では、#1の感光体3(Y)を用いてレジパターン23を形成する場合について説明したが、他の感光体3を用いてレジパターン23を形成しても同様にして色ズレや濃度ムラなどを除去することができる。しかし、検出精度を向上させるためには、読取位置から中間転写体ベルト7の $1/2$ の長さを超えない範囲でなるべく遠い感光体3で形成されるパターンを検出する方が、上述のようにより大きい振幅で読取データを検出できるので望ましい。すなわち、図1に示した構成では、他の3つの感光体3に比べて#1の感光体3で形成されたY(黄)のパターンを検出する方が、より精度良く、より大きな振幅で検出できる。

【0088】読取データとして最大の振幅で検出するためには、像形成位置から読取位置までの距離を中間転写体ベルト7の周長の $1/2$ 、すなわち中間転写体ベルト7の周期の半位相となる位置に読取部21を配置すればよい。こうすることにより、読取データは実際の書き込み位置の変動あるいは読み取り位置変動の2倍の振幅で検出することができる。さらに、このような配置の場合、読取部21で得られた位置変動データや速度変動データは、振幅を $1/2$ にして位相を合わせるだけで基準位置における位置変動データや速度変動データが得られる。この場合、中間転写体ベルト7の厚みムラによる位置ズレと同期するような位置変動や速度変動が存在する場合、それらの変動も含めて基準位置における位置変動データや速度変動データを作成し、制御することも可能となる。

【0089】図15は、本発明の画像形成装置の他の実施の形態を示す概略構成図である。図中の符号は図1と同様である。31はベルトである。この例は中間転写体を用いず、感光体3から用紙10に直接、像を形成するものである。この構成の装置では、ベルト31上を用紙10が搬送されるが、ベルト31の厚みムラによって用紙10の搬送位置あるいは搬送速度に変動が生じ、上述

23

の構成と同様にして色ズレや濃度ムラが発生する。そのため、上述の中間転写体ベルト7をベルト31と考え、上述のプロセスを実行するだけで、ベルト31の厚みムラによって発生する用紙10の搬送位置あるいは搬送速度の変動を補正することができ、色ズレや濃度ムラのない高画質の画像を得ることができる。

【0090】なお、上述したレジパターン23を形成し、これを読み取って位置変動データあるいは速度変動データを取得する処理は、出荷前やベルト31の交換時に行なえばよい。このとき、レジパターン23は、直接、ベルト31上に形成し、読取部21で読み取るようにして、用紙10の影響を除去することもできる。もちろん、用紙10を用いてもよい。

【0091】この図15に示した構成では、ベルト31は光を透過しやすい材質によって形成されることも多い。その場合には、読取部21は例えば透過型のフォトレセプターを使用することができる。

【0092】上述の各方式の画像形成装置のほか、ベルトを用いる種々の方式の画像形成装置に本発明を適用することができる。例えば特開平6-225096号公報 20に記載されているような、感光体3を図1に示す中間転写体ベルト7と同様の感光体ベルトとし、それぞれの色の画像書込装置2による潜像の形成および現像器4による現像を直接感光体ベルトに対して行なって感光体ベルト上に複色色の画像を形成し、用紙に一括転写する、中間転写体を用いない方式の画像形成装置もある。このような方式の画像形成装置においても、感光体ベルトの厚みムラによって、感光体ベルト上に形成される各色の像の形成される位置が変動し、色ズレや濃度ムラが発生する。しかし、このような方式の画像形成装置に対して本 30発明を適用し、上述のプロセスの実行によって、感光体ベルトの厚みムラに起因する像形成位置の変動を補正することができ、色ズレや濃度ムラのない高画質の画像を得ることができる。

【0093】上述の説明では、各画像形成部の像形成開始位置は正確に揃えられるものとしているが、この技術として上述の特開平6-253151号公報に記載されているレジコンの技術を適用することができる。また、この文献に記載されている技術では、画像形成部でベルト上に形成したマークを読み取ることによって、各画像 40形成部の像形成開始位置の制御を行なっているが、この時のパターンと本発明で用いたレジパターン23とを兼用し、読取部21でパターンを読み取ったときのタイミングから、本発明によるベルトの厚さムラを補正するとともに、像形成開始位置の補正を行なうように構成することもできる。このように両者を融合させることで、さらに良質の画像を得ることができる。

【0094】上述の各例では、駆動ロール8によってベルトを駆動する例を示したが、ベルトの駆動手段は上述のような駆動ロール8に限らない。例えば図22に示し 50

24

たようなピンチロールによってベルトを挟んで駆動するような方式や、超音波モータやリニアモータなどのようにロールを用いずにベルトを直接駆動する方式であってもよい。このような駆動方式でもベルトの厚みムラによって像形成位置の変動が生じるが、本発明の適用によってその変動を補正し、色ズレや濃度ムラのない高画質の画像を得ることができる。

【0095】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、本発明によれば、ベルトの厚みムラにより生じる像形成位置の変動を補正することができ、色ズレや濃度ムラのない高画質の画像を得ることができる。また、ベルトの厚みに対する製造公差を厳しく管理する必要がないので、コストを低減することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の画像形成装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】 像形成位置と読取位置との関係の説明図である。

【図3】 読取部とレジパターンの一例の説明図である。

【図4】 本発明の画像形成装置の一実施形態における色ズレや濃度ムラを補正するための動作の概略を示すフローチャートである。

【図5】 レジパターンの一例の説明図である。

【図6】 レジパターンの別の例の説明図である。

【図7】 レジパターンの読取りによって得られた位置ズレ量の一例の説明図である。

【図8】 位置ズレ量の検出データからのプロセスAC位置ズレの抽出手法の一例の説明図である。

【図9】 実測検知データと位置変動の関係の説明図（その1）である。

【図10】 位置変動を補正するための制御信号の一例の説明図（その1）である。

【図11】 速度変動を補正するための制御信号の一例の説明図である。

【図12】 理想的な速度プロファイルと実際の出力速度プロファイルの一例の説明図である。

【図13】 実測検知データと位置変動の関係の説明図（その2）である。

【図14】 位置変動を補正するための制御信号の一例の説明図（その2）である。

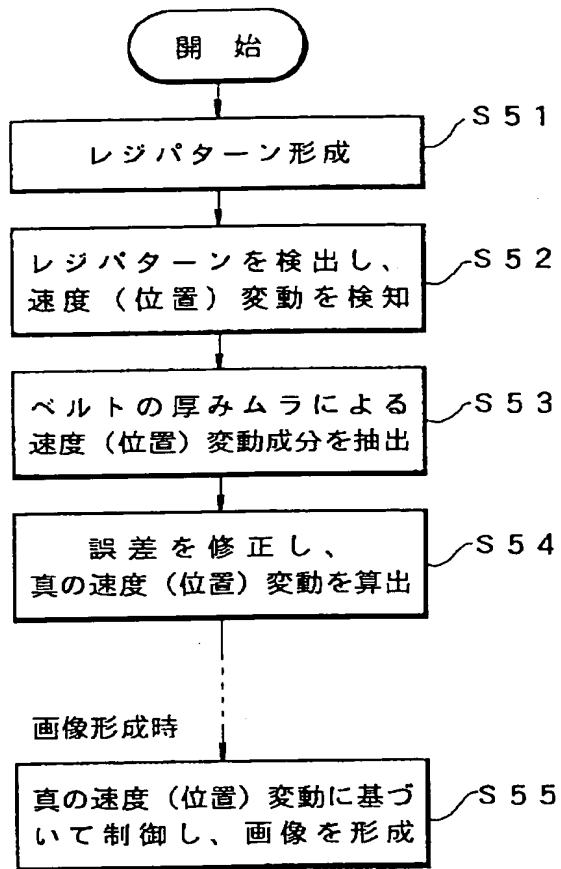
【図15】 本発明の画像形成装置の他の実施形態を示す概略構成図である。

【図16】 従来の画像形成装置の一例を示す概略構成図である。

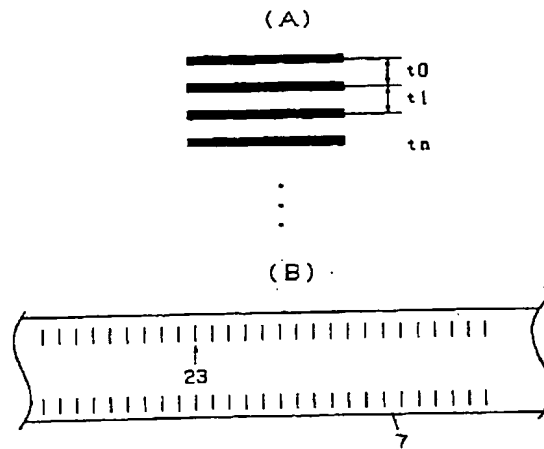
【図17】 中間転写体ベルト7の速度変動の説明図である。

【図18】 従来の画像形成装置の一例における中間転写体ベルト7の速度変動による色ズレの説明図である。

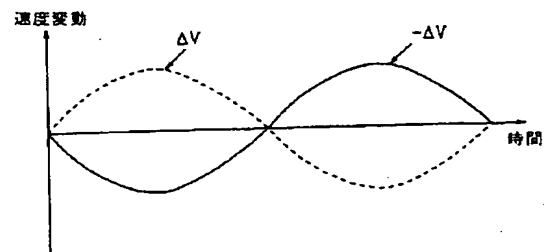
【図4】



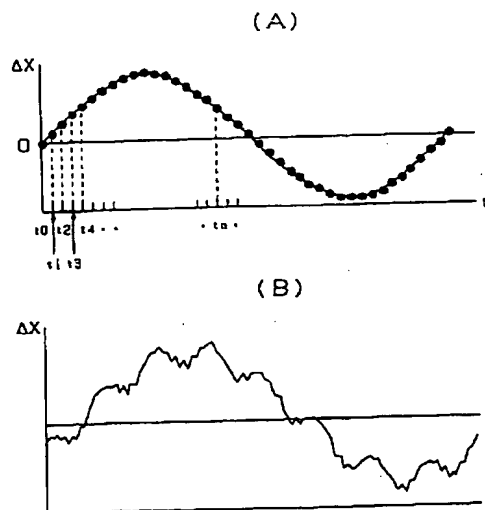
【図6】



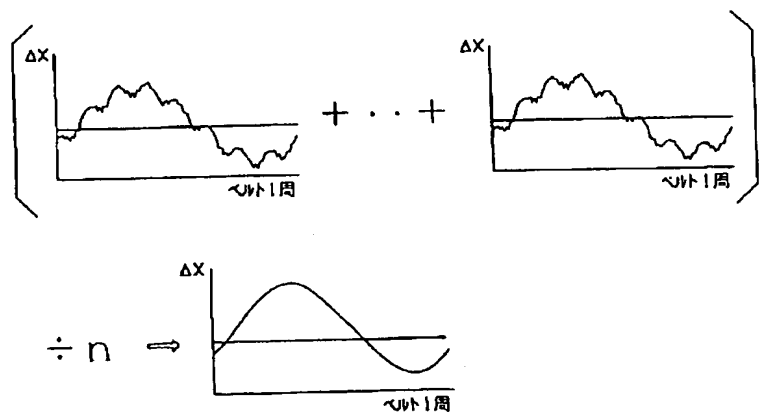
【図11】



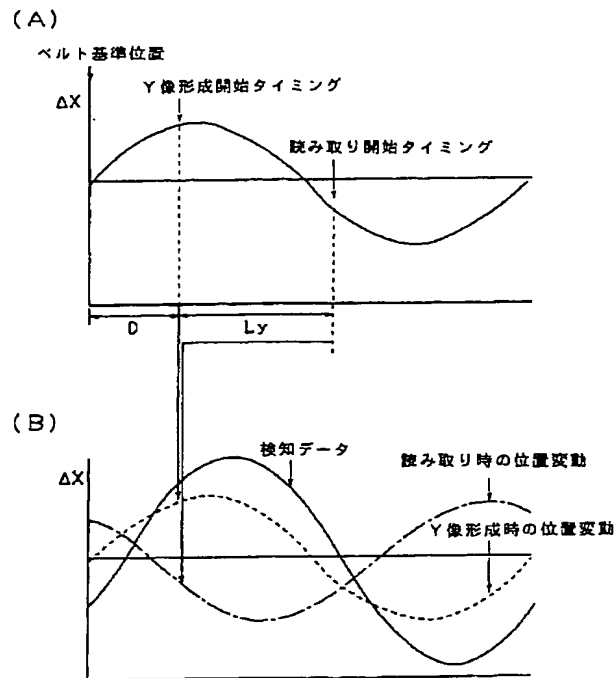
【図7】



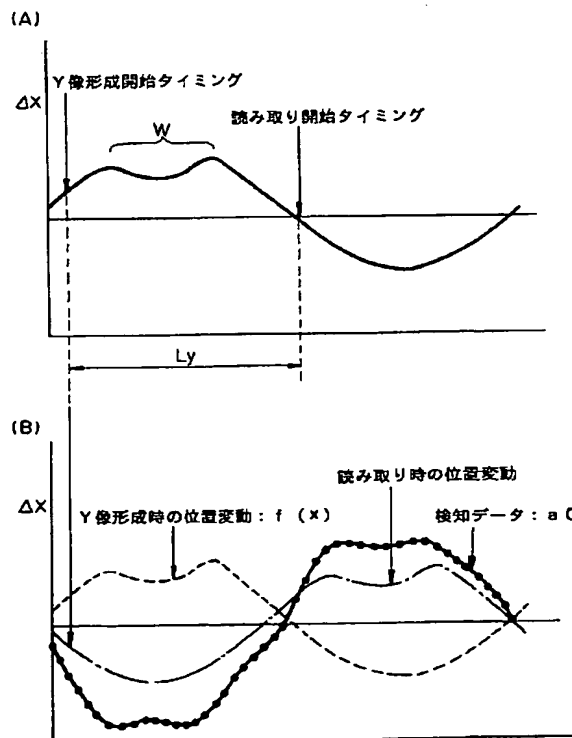
【図8】



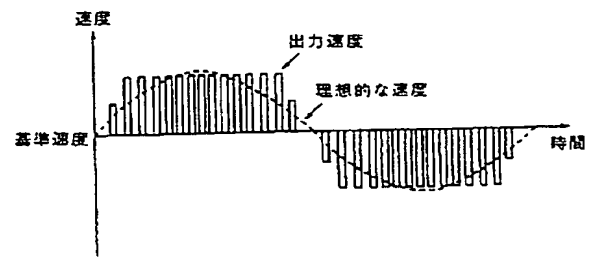
【図9】



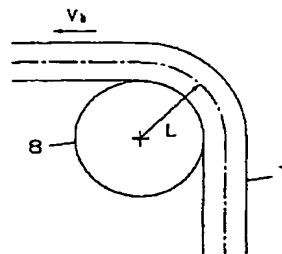
【図13】



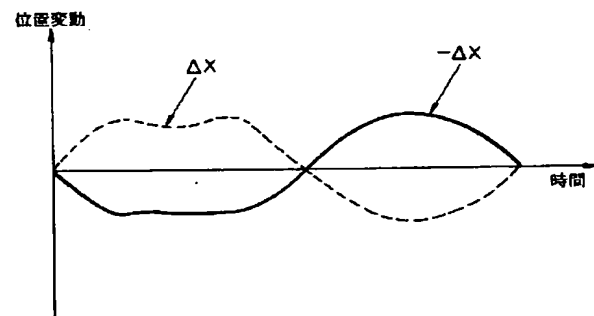
【図12】



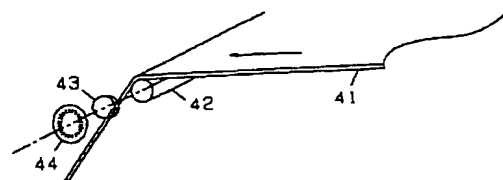
【図17】



【図14】



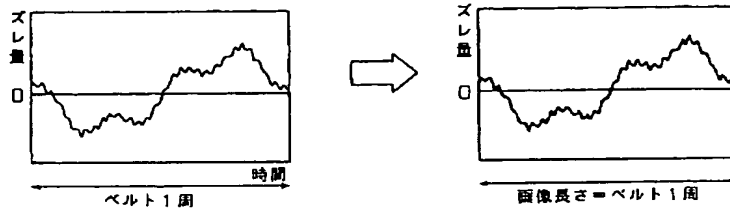
【図21】



33

34

【図20】



フロントページの続き

(72)発明者 宇高 勉
 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
 ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 村上 順一
 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
 ックス株式会社海老名事業所内

(72)発明者 木林 進
 神奈川県海老名市本郷2274番地 富士ゼロ
 ックス株式会社海老名事業所内